

**Pengujian kinerja AC Mobil  
(Percobaan statis) Memanfaatkan HFC-134a refrigeran Dengan  
Variasi Beban Pendingin**

**PROYEK AKHIR**

**Disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Ahli Madya**



**Disusun Oleh:**

**Muhammad Habib Irfansyah**

**2011-55-010**

---

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MURIA KUDUS  
2014**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul proyek akhir : **Pengujian kinerja AC Mobil (Percobaan statis)**  
**Memanfaatkan HFC-134a refrigeran Dengan**  
**Variasi Pendingin Beban.**

Nama : Muhammad Habib Irfansyah

NIM : 2011-55-010

Konsentrasi : Mesin Otomotif

Telah layak mengikuti ujian proyek akhir pada program Studi Teknik Mesin  
Universitas Muria Kudus.

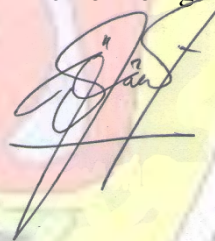
Kudus, 6 September 2014

Pembimbing I



**Rianto Wibowo, ST., MEng.**

Pembimbing II



**Bachtiar Setya N., ST., MT.**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul proyek akhir : Pengujian kinerja AC Mobil (Percobaan statis)  
Memanfaatkan HFC-134a refrigeran Dengan Variasi  
Beban Pendingin.

Nama : Muhammad Habib Irfansyah

NIM : 2011-55-010

Konsentrasi : Mesin Otomotif

Telah diujikan pada ujian Proyek Akhir Ahli Madya pada tanggal 9 September 2014 dan dinyatakan **LULUS** pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus.

Kudus, 9 September 2014

Ketua Penguji



Hera Setiawan, ST., M.Eng

Anggota Penguji I



Taufiq Hidayat, ST., MT

Anggota Penguji II



Rianto Wibowo ST.M.Eng

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muria Kudus

  
  
Rochmad Winarso, S.T., M.T.

**Rochmad Winarso, S.T., M.T**

Ka. Progdri Teknik Mesin

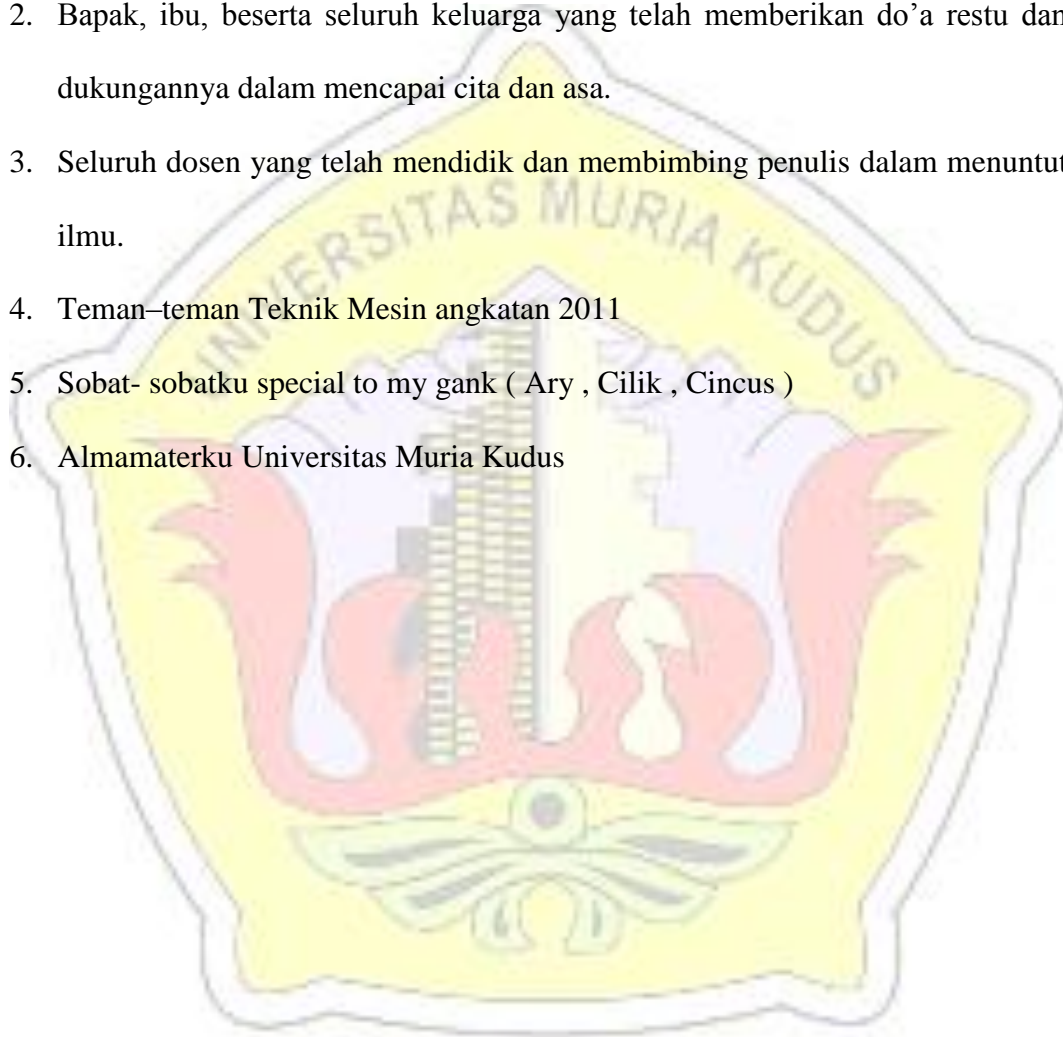


**Taufiq Hidayat, ST., MT**

## PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan dan ketulusan hati penulis mempersembahkan laporan Proyek akhir ini kepada:

1. Allah SWT beserta Rosulnya yang telah memberikan segala petunjuk-NYA.
2. Bapak, ibu, beserta seluruh keluarga yang telah memberikan do'a restu dan dukungannya dalam mencapai cita dan asa.
3. Seluruh dosen yang telah mendidik dan membimbing penulis dalam menuntut ilmu.
4. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2011
5. Sobat- sobatku special to my gank ( Ary , Cilik , Cincus )
6. Almamaterku Universitas Muria Kudus



## MOTTO

1. Jangan tunggu sampai besok apa yang bisa kamu lakukan hari ini.
2. Agama tanpa ilmu adalah buta. Ilmu tanpa agama adalah lumpuh
3. Setiap masalah pasti ada jalan keluarnya.
4. Hanya Pecundang sejati yang sembunyi dari masalah.
5. Ketika kita sedang membutuhkan bantuan dan tak ada satu orang pun yang bisa membantu kita, yakinlah bahwa Allah akan memberikan jalan yang terbaik untuk kita.
6. Beriman dan bertaqwa kepada Allah SWT dan selalu menjalankan perintahNYA dan menjauhi laranganNYA.





## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang melimpahkan rahmat, hidayat dan pertolongan kepada penulis serta nikmat dan karunia yang lebih sehingga tak mampu bagi penulis untuk sekedar menghitung dan mengucap syukur atas segala yang dianugerahkan Allah SWT kepada penulis satu per satu. Rahmat dan salam kepada Rosulullah, Muhammad kekasih Allah. Beliau lah yang telah membawa kita dari kegelapan ke jalan cahaya. Terima kasih ya Allah atas segala nikmat yang Engkau berikan padaku. Sehingga dapat menyelesaikan tugas proyek akhir dengan judul **“Pengujian kinerja AC Mobil (Percobaan statis) Memanfaatkan HFC-134a refrigeran Dengan Variasi Pendingin Beban”** dengan baik dan lancar sesuai waktu yang telah direncanakan.

Penyusunan proyek akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan Program Studi Ahli Madya program study D III Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Rochmad Winarso, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
2. Bapak Taufiq Hidayat, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
3. Bapak Rianto Wibowo, ST., MEng selaku dosen pembimbing I yang dengan baik menuntun dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.

4. Bapak Bachtiar Setya N., ST., MT selaku pembimbing II yang dengan sabar membimbing penulis dalam penyusunan laporan ini.
5. Segenap dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muria Kudus yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dalam setiap perkuliahan.
6. Seluruh laboran teknik mesin, yang telah membantu dan memberi arahan dalam pembuatan proyek akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan Ary setiawan, Dwi Cahyo Maridho, Momo dan Saiful Aqius, terima kasih atas dukungan kalian.
8. Semua pihak yang membantu terselesaikannya laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan penulisan di masa-masa mendatang. Penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan yang ada. Akhirnya, penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat. Amin.

Kudus, ..... 2014

Muh Habib Irfansyah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN JUDUL .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERSEMBAHAN .....	iv
MOTTO .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR NOTASI .....	xv
ABSTRAK .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.2 Kajian Teoritis .....	8
2.2.1 Refrigerasi dan Mesin Refrigerasi .....	8



2.2.2 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Standar .....	9
2.2.3 Siklus Refrigerasi Kompresi Uap Aktual .....	11
2.2.4 AC Mobil ( <i>Mobile Air Conditioning</i> ) .....	12
2.3 Komponen AC Mobil.....	14
2.3.1 Kompresor .....	15
2.3.2 <i>Pressure Relief Valve</i> .....	17
2.3.3 <i>Magnetic Clutch</i> .....	18
2.3.4 Kondensor .....	19
2.3.5 <i>Receiver-Dryer</i> .....	20
2.3.6 Katup Ekspansi .....	21
2.3.7 Evaporator .....	24
2.3.8 <i>Blower</i> .....	25
2.3.9 <i>Thermostat</i> .....	25
2.3.10 Alat Penerus Gerak Motor Listrik.....	26
2.3.11 <i>Pressure Switch</i> .....	26
2.3.12 Refrigeran.....	27
2.4 Rumus-rumus yang digunakan dalam perhitungan.....	30
2.4.1 Perhitungan Secara Ideal .....	30
2.4.2 Perhitungan Aktual.....	31
2.4.3 Perhitungan aktual pada kompresor .....	32
2.4.4 Perhitungan aktual pada evaporator .....	33

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	34
3.2 Bahan Penelitian .....	34
3.3 Alat Yang Digunakan .....	35
3.4 Pelaksanaan Penelitian .....	38
3.4.1 Tahap Persiapan .....	38
3.5 Diagram Alir .....	40

### BAB IV DATA DAN ANALISA

4.1 Data Pengujian .....	41
4.1.1 Menentukan Temperatur Dan Tekanan Sistem AC Mobil .....	41
4.1.2 Perhitungan Secara Ideal .....	42
4.1.3 Perhitungan Secara Aktual .....	46
4.2 Analisa Data .....	51
4.2.1 Variasi beban pendingin terhadap $COP_{Carnot}$ .....	52
4.2.2 Variasi beban pendingin terhadap $COP_{aktual}$ dan $COP_{ideal}$ .....	53
4.2.3 Variasi beban pendingin terhadap efek refrigerasi .....	54
4.2.4 Variasi beban pendingin terhadap efisiensi isentropis ...	54

### BAB V PENUTUP

4.2 Kesimpulan .....	55
4.2 Saran .....	55

DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN .....	64



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aplikasi mesin refrigerasi .....	9
Tabel 2.2 Penggunaan beberapa refrigeran .....	29
Tabel 2.3 Kompatibilitas beberapa refrigeran terhadap material .....	30
Tabel 4.1. Data Pengujian HFC-134a dengan variasi beban pendingin.....	45
Tabel 4.2. Data Pengujian HFC-134a dengan variasi beban pendingin.....	45
Tabel 4.3. $COP_{\text{carnot}}$ HFC-134a dengan variasi beban pendingin .....	45
Tabel 4.4. $COP_{\text{standar}}$ HFC-134a dengan variasi beban pendingin .....	48
Tabel 4.5. $COP_{\text{aktual}}$ HFC-134a dengan variasi beban pendingin .....	51
Tabel 4.6. Efisiensi isentropis HFC-134a dengan variasi beban pendingin	53
Tabel 4.7. Efek refrigerasi HFC-134a dengan variasi beban pendingin .....	54

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Komponen Sistem AC .....	9
Gambar 2.2 Diagram T-s siklus standar .....	10
Gambar 2.3 Diagram p-h siklus standar.....	10
Gambar 2.4 Siklus kompresi uap aktual dan standar .....	12
Gambar 2.5 Susunan komponen AC mobil sistem siklus kompresi uap ...	14
Gambar 2.6 Kompresor tipe <i>Swash Plate</i> .....	16
Gambar 2.7 Mekanisme kompresi pada kompresor <i>Swash Plate</i> .....	17
Gambar 2.8 <i>Pressure Relief Valve</i> .....	17
Gambar 2.9 Konstruksi <i>magnetic clutch</i> .....	18
Gambar 2.10 <i>Magnetic clutch</i> tipe P .....	19
Gambar 2.11 Konstruksi kondensor.....	20
Gambar 2.12 Konstruksi <i>Receiver</i> .....	20
Gambar 2.13 Katup Ekspansi Tipe <i>Internal Equalizing</i> .....	24
Gambar 2.14 Konstruksi Katup Ekspansi Tipe <i>External Equalizing</i> .....	24
Gambar 2.15 Evaporator bentuk universal .....	25
Gambar 2.16 Konstruksi <i>Fan Tipe Centrifugal Flow</i> .....	25
Gambar 2.17 Konstruksi <i>Pressure Switch</i> .....	27
Gambar 3.1 Tabung Refrigeran <i>Klea R-134A</i> .....	34
Gambar 3.3 <i>Mobile Air Conditioning</i> .....	35
Gambar 3.4 Termometer .....	36



Gambar 3.5 Manifold Gauge.....	36
Gambar 3.6 Tachometer .....	37
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian.....	41
Gambar 3.7 Skema penelitian dari sistem pengujian AC mobil .....	42
Gambar 4.1 Diagram T-S siklus Carnot HFC-134a variasi 25 watt.....	43
Gambar 4.2 Diagram p-h siklus ideal HFC-134a variasi 25 watt .....	44
Gambar 4.3 Grafik $COP_{\text{Carnot}}$ dengan variasi beban pendingin.....	52
Gambar 4.4 Refrigerasi bermanfaat dan kerja bersih dari daur Carnot .....	52
Gambar 4.5 Grafik COP dengan variasi beban pendingin .....	53
Gambar 4.6 Grafik efek refrigerasi dengan variasi beban pendingin .....	54
Gambar 4.7 Grafik efisiensi isentropis dengan beban pendingin.....	55

## DAFTAR NOTASI

A	luas silinder kompresor, $m^2$
A	luas penampang saluran, $m^2$
COP	<i>coefficient of performance</i> , tanpa dimensi
COP <sub>aktual</sub>	COP siklus kompresi uap aktual, tanpa dimensi
COP <sub>carnot</sub>	COP siklus carnot, tanpa dimensi
COP <sub>R</sub>	COP siklus kompresi uap standar, tanpa dimensi
h	enthalpi, kJ/kg
h <sub>1</sub>	enthalpi gas refrigeran pada tekanan evaporator, kJ/kg
h <sub>1</sub>	enthalpi refrigeran masuk kompresor, kJ/kg
h <sub>1</sub>	enthalpi refrigeran masuk kompresor, kJ/kg
h <sub>2</sub>	enthalpi gas refrigeran pada tekanan kondensor (isentropik), kJ/kg
h <sub>2</sub>	enthalpi refrigeran keluar kompresor, kJ/kg
h <sub>2a</sub>	enthalpi refrigeran keluar kompresor, kJ/kg
h <sub>2s</sub>	enthalpi refrigeran saat kompresi isentropik, kJ/kg
h <sub>3</sub>	enthalpi refrigeran masuk TXV, kJ/kg
h <sub>4</sub>	enthalpi cairan refrigeran pada tekanan kondensor, kJ/kg
h <sub>4</sub>	enthalpi refrigeran keluar evaporator, kJ/kg
h <sub>5</sub>	enthalpi refrigeran masuk evaporator, kJ/kg
h <sub>u</sub>	enthalpi udara, kJ/kg
$m_{ref}$	laju aliran massa refrigeran, kg/s
m	prosentase volume sisa, %
n	jumlah silinder, tanpa dimensi
P	tekanan absolut, MPa
P <sub>1</sub>	tekanan sisi <i>suction</i> kompresor, MPa
P <sub>2</sub>	tekanan sisi <i>discharge</i> kompresor, MPa
P <sub>3</sub>	tekanan sisi keluar kondensor, MPa
P <sub>4</sub>	tekanan sisi masuk evaporator, MPa
P <sub>5</sub>	tekanan sisi keluar evaporator, MPa
P <sub>2</sub> /P <sub>1</sub>	<i>pressure ratio</i> , tanpa dimensi
P <sub>evap</sub>	tekanan evaporator, MPa
P <sub>kond</sub>	tekanan kondensor, MPa
Q	laju perpindahan panas, kW
Q	debit aliran refrigeran, $m^3/s$
Q <sub>evap</sub>	kalor yang diserap evaporator, kW
q	efek refrigerasi, kJ/kg
rpm	putaran kompresor, rpm
S	entropi, kJ/(kg . K)
S	panjang langkah, m
T	temperatur absolut, °C atau K
T <sub>db</sub>	temperatur bola kering, °C
T <sub>evap</sub>	temperatur evaporator, °C
T <sub>H</sub>	temperatur refrigeran saat melepas kalor (temperatur kondensor) , °C

$T_{kond}$	temperatur kondensor, °C
$T_L$	temperatur refrigeran saat menyerap kalor (temperatur evaporator), °C
$T_{wb}$	temperatur bola basah, °C
$V_{disp}$	volume perpindahan ( <i>displacement</i> ) kompresor per putaran, m <sup>3</sup>
$J_{buang}$	volume spesifik uap setelah kompresi isentropik, m <sup>3</sup> /kg
$J_{hisap}$	volume spesifik uap yang masuk kompresor, m <sup>3</sup> /kg
$V_u$	kecepatan udara dalam saluran, m <sup>3</sup> /kg
$W_{komp}$	daya kompresor, kW
$\eta_{cv}$	efisiensi ruang sisa, %
$\eta_{vol}$	efisiensi volumetris, %
$\eta_{kom}$	efisiensi isentropis (efisiensi kompresor), %
$\gamma$	densitas refrigeran, kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_{suc}$	densitas refrigeran pada sisi hisap ( <i>suction</i> ) kompresor, kg/m <sup>3</sup>
$\gamma_u$	densitas udara, kg/m <sup>3</sup>



## **Pengujian kinerja AC Mobil (Percobaan statis) Memanfaatkan HFC-134a refrigeran Dengan Variasi Beban Pendingin**

Muh Habib irfansyah<sup>1</sup>, Rianto Wibowo<sup>2</sup>, ST., MEng, Bachtiar Setya N., ST., MT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus  
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

Email: muhammadhabibirfansyah@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi Beban Pendingin terhadap unjuk kerja dari sistem AC mobil. Penelitian memakai alat peraga mesin AC mobil yang telah dilengkapi dengan sensor temperatur dan tekanan. Komponen utama sistem AC mobil terdiri dari : kompresor, kondensor, receiver dryer, katup ekspansi, dan evaporator. Fluida kerja yang digunakan yaitu refrigerant HFC-134a. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan beban Pendingin, yaitu 25 watt, 40 watt, 60 watt, 100 watt. Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi beban variasi maka COP akan mengalami penurunan.

Kata kunci: AC mobil, refrigeran, HFC-134a, COP.